

# WEST Search History

DATE: Wednesday, April 30, 2003

<u>Set Name</u> side by side	<u>Query</u>	<u>Hit Count</u>	<u>Set Name</u> result set
<i>DB=USPT,PGPB,JPAB,EPAB,DWPI,TDBD; PLUR=YES; OP=ADJ</i>			
L32	l25 and L31	1	L32
L31	((52/\$)!.CCLS.)	123375	L31
L30	l25 and L29	0	L30
L29	((428/40.1)!.CCLS. )	1171	L29
L28	l10 same l25	10	L28
L27	l25 same L26	0	L27
L26	resin l10	24064	L26
L25	(carbon or graphite) mesh	225	L25
L24	l7 same l14	48	L24
L23	l7 and l16	0	L23
L22	l7 same l16	0	L22
L21	l4 and L20	0	L21
L20	l16 same L19	16	L20
L19	patch	67082	L19
L18	l4 and L16	4	L18
L17	l4 same L16	0	L17
L16	l14 near L15	1890	L16
L15	adhesive	801514	L15
L14	reinforc\$5	590459	L14
L13	l4 and L11	1	L13
L12	l4 same L11	0	L12
L11	l5 near L10	507	L11
L10	impregnat\$4	267027	L10
L9	l4 and L7	0	L9
L8	l4 same L7	0	L8
L7	l5 near L6	570	L7
L6	rigid\$5	903791	L6
L5	mesh	350221	L5
L4	l1 same L3	2669	L4
L3	textur\$4	132184	L3
L2	texture\$4	125349	L2
L1	release	902508	L1

## WEST Search History

DATE: Wednesday, April 30, 2003

<u>Set Name</u> side by side	<u>Query</u>	<u>Hit Count</u>	<u>Set Name</u> result set
<i>DB=USPT,PGPB,JPAB,EPAB,DWPI,TDBD; PLUR=YES; OP=ADJ</i>			
L14	19 and L12	5	L14
L13	19 same L12	0	L13
L12	17 same L11	77	L12
L11	carbon near fabric	1583	L11
L10	18 same L9	16	L10
L9	rough\$3 near surface	43994	L9
L8	11 same L7	2967	L8
L7	epoxy resin	183662	L7
L6	13 same L5	0	L6
L5	removable (cover\$4 or sheet)	20807	L5
L4	removable cover\$4	19960	L4
L3	11 same L2	12734	L3
L2	impregna\$6	268905	L2
L1	woven fabric or mesh	405706	L1

END OF SEARCH HISTORY

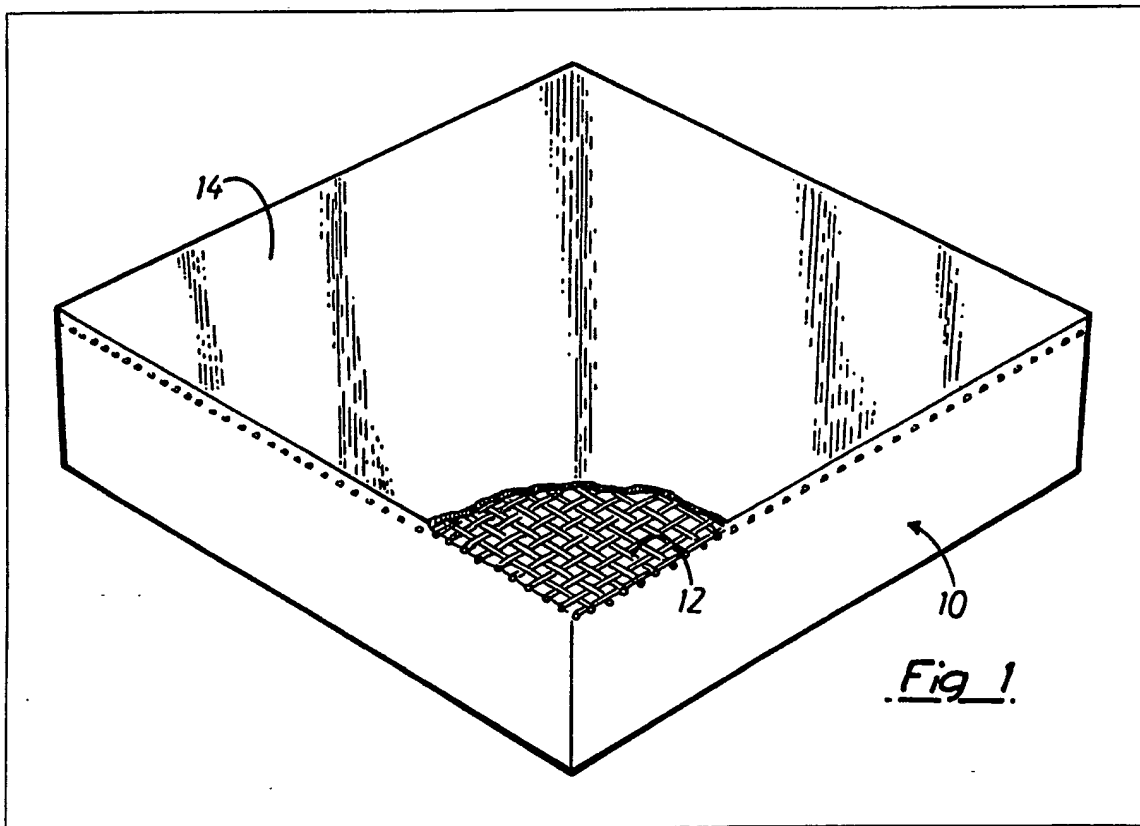
# (12) UK Patent Application (19) GB (11) 2 105 653 A

(21) Application No 8220298  
(22) Date of filing 13 Jul 1982  
(30) Priority data  
(31) 8121590  
(32) 14 Jul 1981  
(33) United Kingdom (GB)  
(43) Application published  
30 Mar 1983  
(51) INT CL<sup>3</sup>  
B32B 33/00 5/02 9/00  
17/04 27/04 27/06 27/12  
27/36  
(52) Domestic classification  
B5N 0502 0900 1704  
2704 2706 2712 2736  
3300  
U1S 1425 1591 B5N  
(56) Documents cited  
GB 1375274  
GB 1332395  
GB 0998608  
GB 0975239  
(58) Field of search  
B5N

(71) Applicants  
Preferred Products  
Limited  
(Great Britain),  
Unit 3 Conder Way,  
Whitehall Industrial  
Estate, Colchester, Essex  
(72) Inventor  
Bruce Robert Whewell  
(74) Agents  
W. P. Thompson and Co.,  
Coopers Building, Church  
Street, Liverpool L1 3AB

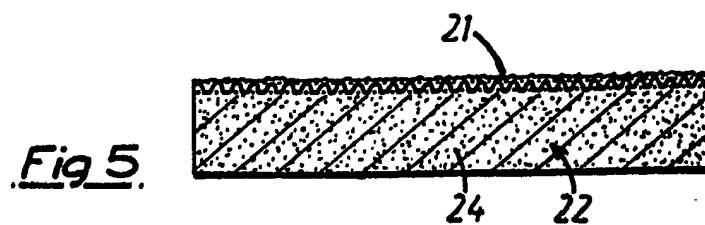
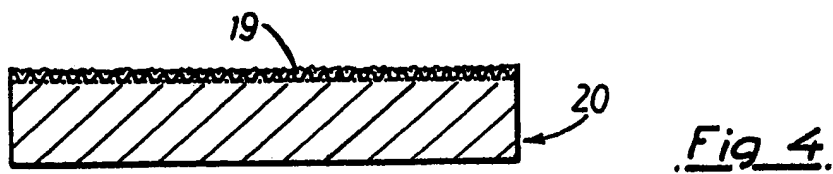
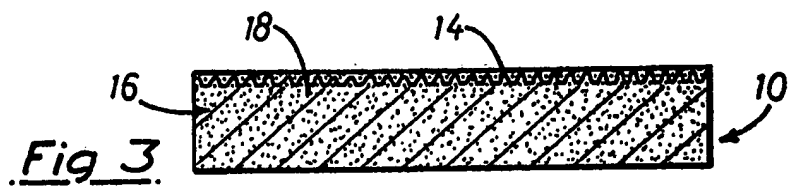
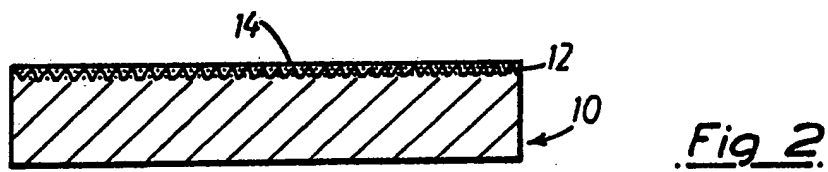
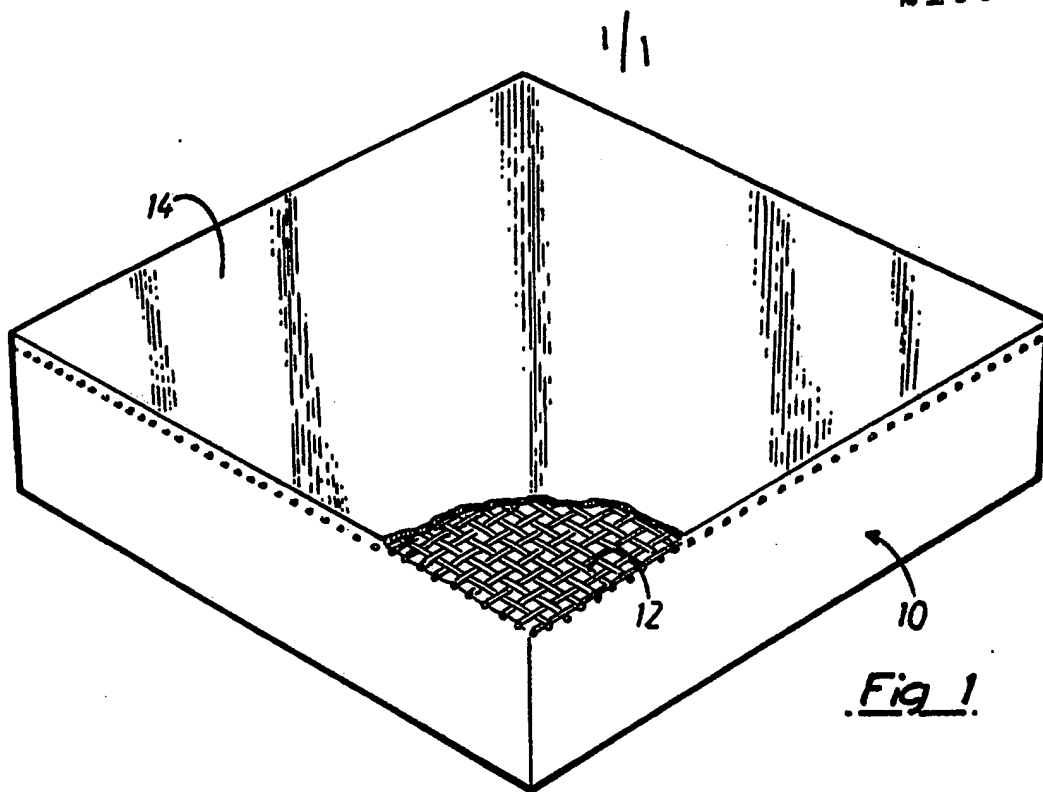
## (54) Antistatic laminate materials

(67) An anti-static laminate material comprising a glass-reinforced panel (10) having an electrically conductive mesh (12) disposed at or just below its operational surface (14). The mesh (12) is positioned near enough to the surface (14) to impart a predetermined surface conductivity to the panel. The panel surface (14) can be smooth or can have a textured, non-slip anti-glare configuration.



GB 2 105 653 A

The drawings originally filed were informal and the print here reproduced is taken from a later filed formal copy.



## SPECIFICATION

## Antistatic laminate materials

The present invention is concerned with anti-static laminate materials of the type which are used primarily in electronics industry as bench covering and floor covering materials to eliminate static build-up which otherwise could destroy voltage sensitive circuitry.

For the purpose of preventing such static build-up, the surface resistance of the material should lie in the range from approximately  $10^3$  to  $10^6$  ohms. per square. Conventional materials having this characteristic are produced by impregnating carbon into rubber and plastics. The latter products have, however, the disadvantage that they are difficult to bond onto the bench or floor and are not mechanically strong in service. Furthermore, they tend to stretch which results in a poor surface finish. Another important disadvantage is that, due to the heavy carbon loading required, the materials can only be produced in black which is a rather oppressive colour for operatives.

An object of the present invention is to produce anti-static laminate materials in which the foregoing problems are mitigated.

In accordance with one aspect of the present invention, there is provided an anti-static laminate material comprising a glass-reinforced plastics (GRP) panel having an electrically conductive mesh disposed therewithin at or adjacent its operational surface.

The depth of penetration of the mesh is important in that it must be near enough to the surface to impart the necessary surface conductivity. In order to maintain adequate mechanical strength, however, the mesh must also be an integral part of the resin system.

Preferably, such a material is formed by providing a mesh having a predetermined electrical conductivity, introducing a thin layer of a polyester resin onto a flat mould, laying the conductive mesh on said resin layer, urging the mesh into said resin layer and then building up the thickness of the material by the application of one or more further layers of resin and/or conventional fibre-glass. When fully cured, the panel is removed from the mould, leaving a smooth antistatic surface on that face which was in contact with the mould.

The conductivity of the mesh must be carefully predetermined. When, for example, the mesh is constructed from glass cloth tissue, or other initially non-conducting material, impregnated with a dispersion of carbon or graphite and allowed to cure, it is found that the conductivity of the mesh material will decrease by about two orders of magnitude when it is later introduced into the resin. Therefore, it is necessary in this case to produce a mesh that has of the order of 100 times the conductivity that is required of the finished product.

Other conductive mesh systems may also be used. For example, a thin carbon-fibre mesh can be used. In this case also, the conductivity of the

mesh is degraded on insertion in the resin and must be allowed for in obtaining a required conductivity for the final product. In all cases it is important that the mesh be adequately "wetted out" by the resin so as to form an integral part of the finished laminate.

The polyester resin is of a chosen colour and is spread onto a waxed flat mould of required dimensions. The conductive mesh is laid onto this layer of resin and the resin is preferably forced through the mesh by the application of pressure thereto, such as by a grooved roller.

As an alternative to a smooth surface finish, it is sometimes desirable for the working surface of the final product to have a non-slip, anti-glare texture of configuration. These materials are produced in the same manner as the smooth laminates, but are moulded in a special mould having a textured or non-flat surface.

Additional factors must be considered, however, in the case of products having such textured finishes. As explained above, the present material is required to have a conductive mesh at or just below the surface of the laminate. For this reason, it is not possible to apply a so-called "gel-coat" as in conventional fibre-glass moulding techniques as this would insulate the surface. Such gel-coats are used in conventional techniques to eliminate surface imperfections such as air-bubbles and are usually formed using a thicker resin which, being thixotropic, covers the mould evenly without running. This forms the smooth shiny exterior surface of the finished product and is therefore applied first to the mould. Normally it is allowed to cure before applying subsequent resin and glassfibre backing layers.

In order to prevent the formation of surface imperfections in the present technique, particularly in the case of the textured finish versions, it has been found advantageous to incorporate in the resin a means for reducing the surface tension of the resin, such as a silicone material. This therefore acts as an anti-bubble agent.

In other embodiments, it has been found to be advantageous to impart to the backing layers, i.e. those applied after the conductive mesh has been inserted, a degree of electrical conductivity also. This can be achieved by incorporating conductive particles in controlled quantities in the fibreglass resin used to build up such layers. For example, such particles could be carbon or graphite, preferably at a level of the order of 25 to 30 percent by weight.

In another embodiment, the conductive particles could be in the form of cut carbon fibres (for example, approximately  $\frac{1}{2}$  mm in length) dispersed into the resin in controlled quantities (for example approximately 1% by weight). This has the advantage of imparting anti-static properties to the resin whilst not changing the colour significantly.

Materials constructed as above can have the following advantages:

(1) They are mechanically stronger than

conventional anti-static materials.

(2) They are resistant to solder and chemicals.

(3) A semi-rigid laminate results which can be bonded easily onto the surface of a bench.

5 (4) The material has a smooth surface that is easy to clean.

(5) It can be made in a variety of colours.

The invention is described further hereinafter, by way of example only, with reference to the

10 accompanying drawings, in which:-

Fig. 1 is a highly diagrammatic, perspective view of one embodiment of a laminate material in accordance with the present invention;

15 Fig. 2 is a highly diagrammatic side view of the material of Fig. 1;

Fig. 3 is a highly diagrammatic side view of a further embodiment of a material in accordance with the invention;

20 Fig. 4 is a highly diagrammatic side view of another embodiment of a material in accordance with the invention; and

Fig. 5 is a highly diagrammatic side view of yet another embodiment of a material in accordance with the invention.

25 The material of Figs. 1 and 2 comprises a flat panel 10 of basically electrical non-conductive glass-reinforced plastics material having a mesh 12 of electrically conductive material disposed at or immediately below its flat coating surface 14.

30 The thickness of the panel 10 is selected to suit requirements by building up layers of GRP in a mould.

In the embodiment of Fig. 3, the material from which the backing 16 is formed itself has

35 conductive particles 18, e.g. of carbon or graphite, embedded therein, so that the backing 16 also has a predetermined conductivity.

Fig. 4 shows an embodiment having a textured surface finish 19 but wherein the majority of the

40 backing layer 20 is electrically insulating.

Fig. 5 shows an embodiment having a textured surface finish 21 and where the backing layer 22 has electrically conductive particles 24 incorporated therewithin.

#### 45 CLAIMS

1. An anti-static laminate material comprising a glass-reinforced plastics panel having an electrically conductive mesh disposed therewithin at or adjacent its operationally upper surface.

50 2. A material as claimed in claim 1, wherein the

mesh is formed from an electrically insulating material, the mesh being impregnated with a dispersion of carbon or graphite particles.

3. A material as claimed in claim 1, wherein the 55 mesh is formed from carbon fibres.

4. A material as claimed in claim 1, 2 or 3, wherein said upper surface of the panel has a textured finish.

5. A material as claimed in claim 1, 2, 3 or 4, 60 including electrically conductive, particulate materials disposed in the portion of said panel below said conductive mesh.

6. A process for the manufacture of an anti-static laminate material as claimed in claim 1, 65 comprising the steps of;

(a) providing a mesh having a predetermined electrical conductivity;

(b) introducing a thin layer of a polyester resin onto a mould;

70 (c) laying the conductive mesh on said resin layer;

(d) urging the mesh into said resin layer; and

(e) building up the thickness of the material by the application of at least one further layer of 75 resin.

7. A process as claimed in claim 6, wherein the mesh is formed by impregnating an initially electrically non-conductive mesh with a dispersion of graphite.

8. A process as claimed in claim 6, wherein the mesh is formed by impregnating an initially electrically non-conductive mesh with a dispersion of carbon. 80

9. A process as claimed in claim 6, 7 or 8, wherein said further layer of resin contains electrically conductive particles of graphite or carbon.

10. A process as claimed in claim 9, wherein said electrically conductive particles are included in the proportion of 25 to 30% by weight. 90

11. A process as claimed in any of claims 6 to 10, wherein the mould has a non-flat surface, whereby the resulting moulded panel has a textured, non-slip upper surface.

95 12. An anti-static laminate material substantially as hereinbefore described, with reference to the accompanying drawings.

13. A process for the manufacture of an anti-static laminate material, substantially as hereinbefore described with reference to the accompanying drawings. 100

**WEST**

Generate Collection

L28: Entry 10 of 10

File: JPAB

Jan 7, 1992

PUB-NO: JP404002876A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 04002876 A

TITLE: REINFORCING CARBON FIBER MESH AND PREPARATION THEREOF

PUBN-DATE: January 7, 1992

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

YAMADA, TAKASHI

MORI, MINORU

YAMADA, KANJI

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

NIPPON STEEL CORP

NIPPON STEEL CHEM CO LTD

APPL-NO: JP02100379

APPL-DATE: April 18, 1990

US-CL-CURRENT: 524/493

INT-CL (IPC): D06M 11/79; C04B 14/38; C04B 32/02; D06M 15/55

## ABSTRACT:

PURPOSE: To provide the subject mesh having good adhesiveness to cement materials and capable of securing excellent workability by holding a carbon fiber bundle coated and impregnated with an epoxy resin containing SiO<sub>2</sub> particles having a specific average particle size in a straight line state and simultaneously bonding only intersecting points of the fibers in the bundle to each other.

CONSTITUTION: A carbon fiber bundle is coated and impregnated with an epoxy resin emulsion containing SiO<sub>2</sub> particles comprising colloidal silica and having an average particle size of 1-100nm and wound on a lattice-like frame in one direction in parallel while being maintained in a straight line state. The frame is rotated at an angle of 90 degree and a carbon fiber bundle is also wound in the direction orthogonal to the first wound fiber bundle. The resultant body is heated and cured in such a state that the intersecting points of the fibers are brought into contact with each other to bond only the intersection portions to each other, thereby inexpensively providing the reinforcing carbon mesh having excellent adhesiveness to cement material cured products. The employment of the mesh as a reinforcing material improves the mechanical physical properties of a carbon fiber-inorganic plate in which the mesh is employed as a reinforcing material.

COPYRIGHT: (C)1992, JPO&amp;Japio

## ⑫ 公開特許公報(A) 平4-2876

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)1月7日

D 06 M 11/79

9048-3B D 06 M 11/12

9048-3B 15/55

※

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全8頁)

⑭ 発明の名称 補強用炭素繊維メッシュ及びその製造方法

⑯ 特 願 平2-100379

⑰ 出 願 平2(1990)4月18日

⑱ 発 明 者 山 田 隆 神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社  
第1技術研究所内⑲ 発 明 者 毛 利 実 神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社  
第1技術研究所内⑳ 発 明 者 山 田 寛 次 神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社  
第1技術研究所内

㉑ 出 願 人 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号

㉒ 出 願 人 新日鐵化学株式会社 東京都中央区銀座5丁目13番16号

㉓ 代 理 人 弁理士 井上 雅生

最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

補強用炭素繊維メッシュ及びその製造方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 平均粒径1～100nmのSiO<sub>2</sub>粒子を含有したエポキシ樹脂を被覆含浸してなる炭素繊維束を、直線状態を保持したまま交点のみを接合させてなる補強用炭素繊維メッシュ。(2) 平均粒径1～100nmのSiO<sub>2</sub>粒子を含有したエポキシ樹脂で炭素繊維束を束被覆含浸し、処理後の炭素繊維束を直線状態に保持したまま一方向に平行に並べ、それらを未硬化の状態で直交する方向に重ね合わせ、交点部分を接触させた状態で硬化させる事を特徴とする補強用炭素繊維メッシュの製造方法。

(3) セメント系材料硬化体を主成分とする無機質板中に、請求項1記載の補強用炭素繊維メッシュを含有していることを特徴とする炭素繊維補強無機質板。

## 3. 発明の詳細な説明

## 産業上の利用分野

本発明は、主として建築材料として、屋根、床や外壁等に用いられているモルタル、コンクリート等のセメント系材料硬化体の補強材としての炭素繊維メッシュ及びその製造方法、さらにこの炭素繊維メッシュを補強材とした炭素繊維補強無機質板に関する。

## 従来の技術

炭素繊維は、その優れた機械的性質、例えば比強度、比弾性率等や化学的安定性により、広い分野においてその有用性が認識され大量に使用されてきている。しかし、炭素繊維は単独で用いられることは少なく、一般に複合材料の補強材として使用されることが多い。

一方、セメント系材料はその硬化体の圧縮強度が強く、安価であるため主として土木建築の分野で大量に使用されている材料である。しかし、引張り強度が弱く脆いために各種補強材料と共に使用されることが多い。近年では補強材料として、炭素繊維が注目されており、軽量で耐久性があり



高強度、高剛性な材料として、各種炭素繊維で補強した炭素繊維強化セメント(CFRC)が知られている。

炭素繊維とセメント系材料の両者を複合化した炭素繊維強化セメント(Carbon Fiber Reinforced Cement Composites、以下CFRCと称する)は、その繊維の優れた機械的・化学的性質のため、これまでのセメント系材料硬化体では発現し得なかった強度特性、変形特性、弾性特性、高耐久性等の性質をもつ新高級建築用材料として期待され、近年フリーアクセスフロー(床材)やカーテンウォール(壁材)として使用されている。

ところで一般に、複合材料においてはその材料物性を決定する要因の中で、特に界面強度が重要であるといわれている。けれども、炭素繊維にはセメント系材料との接着性が悪いという化学的な性質がある。そのため界面強度は弱く、炭素繊維の高強度、高弾性率をセメント系材料硬化体中で十分に発揮することはできない。この問題を解決する手段として、エポキシ樹脂エマルジョンとコ

る。

そのため、高強度の炭素繊維を使用した場合には、CFRCにおける炭素繊維の強度発現率は低くなり、炭素繊維の高強度、高弾性は、効果を発揮しない結果となる。また、炭素繊維を編んだりして炭素繊維を2次加工することは、炭素繊維メッシュのコストを大幅に上げる要因となる。さらに、補強材料である炭素繊維を引張り方向に向かって編んだり、捻糸することは繊維をわん曲させることとなり、補強材料の見かけ上の弾性率を下げる結果となるため、高弾性な炭素繊維を用いる場合には効果的ではない。

発明が解決しようとする課題

本発明はCFRCの高強度、高剛性化のために機械的なアンカー効果だけを期待したものでない炭素繊維メッシュを提供することと、簡易な工程で製造する方法を提供することによって、CFRCにおける炭素繊維の強度発現率を向上させると同時に、炭素繊維メッシュの加工コストを低減してセメント系材料硬化体のせん断破壊や炭素繊

ロイダルシリカをブレンドした樹脂で炭素繊維束を被覆含浸する方法が報告されている(特開昭63-203878号公報)。

しかし従来、炭素繊維を連続繊維状態の炭素繊維束として用いる場合には、炭素繊維束を編むことにより炭素繊維束の交点を補強した後に、エポキシ樹脂等で被覆含浸し硬化してメッシュ状にして用いる方法や、炭素繊維束をエポキシ樹脂やポリエステル樹脂等で含浸した後表面に珪砂等を付着させて表面に凹凸をつけたりして用いる方法が主におこなわれている。

これらは、炭素繊維とセメント系材料硬化体との界面強度を補うため、機械的なアンカー効果による定着を期待したものとなる。そして、その定着強度はセメント系材料硬化体のせん断強度に依存したものである。けれども、このように加工された炭素繊維メッシュの交点強度はメッシュの格子内のセメント系材料硬化体のせん断強度を一般に上回るため、定着部の応力集中によりセメント系材料硬化体はせん断破壊することとなってい

維メッシュのコスト高という上述の問題点を解決せんとするものである。

また、このように界面接着力を制御した炭素繊維メッシュをセメント系材料硬化体無機質板の補強材として用いることにより、炭素繊維の高強度、高弾性という特性を十分にいかした炭素繊維補強無機質板を提供するものである。

課題を解決するための手段および作用

本発明の補強用炭素繊維メッシュは、平均粒径1~100nmのSiO<sub>2</sub>粒子を含有したエポキシ樹脂を被覆含浸してなる炭素繊維束を、直線状態を保持したまま交点のみを接着させて直交してなるものである。

さらには平均粒径1~100nmのSiO<sub>2</sub>粒子を含有したエポキシ樹脂で炭素繊維束を被覆含浸し、処理後の炭素繊維束を直交状態を保持したまま一方方向に平行に並べ、それらを未硬化の状態では直交する方向に重ね合わせ、交点部分を接触させた状態で硬化させることを特徴とする補強用炭素繊維の製造方法、及び前記の補強用炭素繊維メッシュ

を、セメント系材料硬化体を主成分とする無機質板中に含有していることを特徴とする高性能な炭素繊維補強無機質板である。

本発明における炭素繊維メッシュは、その表面を被覆している $\text{SiO}_2$ 超微粒子を含有するエポキシ樹脂とセメント系材料硬化体と炭素繊維との接着性が良好であるため、炭素繊維-セメント系材料硬化体間の界面強度が向上している。

そのため、炭素繊維メッシュの交点には機械的なアンカー効果を期待するための交点強度は必要なく、作業性を確保できるだけの交点接着強度があればよいことになる。この炭素繊維メッシュは、炭素繊維束を引張り荷重がかかる方向に配向することによりセメント系材料硬化体無機質板の補強が可能となる。

この炭素繊維メッシュを製造する工程は、例えばプリプレグ法にて炭素繊維束を被覆含浸して棒状のフレームに巻取り、炭素繊維束を平行に並べる工程と、次に、そのフレームを90度回転させることにより、平行に並べた炭素繊維束と直交する

方向に被覆含浸した炭素繊維束を重ね合わせるようにして、巻取り炭素繊維メッシュを製造する工程とからなる。

巻取る時のテンションを制御することにより、炭素繊維メッシュの交点強度を制御することが可能である。また別な方法として、プリプレグ法にて炭素繊維束を被覆含浸した後、2列に平行に並べた突起物に炭素繊維束をS字型に引っかけるようにして、平面状に炭素繊維束が平行に並ぶ様に配列させ、この2つの未硬化の状態で直交させて重ね合わせ、その状態で硬化させる工程からなるものである。

このような簡易な方法を用いて炭素繊維メッシュを製造すると、界面強度向上のための表面被覆とメッシュの交点接着処理を同一樹脂、同一工程で行なうことが可能であるため、加工コストも低減できるという経済的な効果も生まれる。炭素繊維のような比較的高価な材料を使用する場合には、2次加工コストを低減して炭素繊維メッシュを製造することも重要な要素である。

本発明の炭素繊維メッシュの形状は、x軸方向、y軸方向に炭素繊維がほぼ直交したものであり、炭素繊維量は補強するセメント系材料硬化体の形状、物性等により決められる。また、炭素繊維メッシュを形成する炭素繊維束の断面形状はセメント系材料硬化体との接着面積を大きくするため、楕円形のもの望ましい。しかし、補強位置によっては丸型、角形のものでも良く断面形状は特に限定されるものではない。

本発明に用いられる $\text{SiO}_2$ 超微粒子は活性なコロイダルシリカであり、平均粒径が1~100nmの範囲のものである。平均粒径が100nmより大きい場合には、セメント系材料硬化体との界面接着力が低下するため好ましくない。平均粒径が1nmより小さい場合には、凝集力が強いエポキシ樹脂とのブレンドが困難であり、エポキシ樹脂中で凝集し反応性がおちることとなる。エポキシ樹脂中の $\text{SiO}_2$ 超微粒子の分析は、Transmission Electron Microscope (TEM) 等により可能である。

用いられるエポキシ樹脂には、ビスフェノール

A型、ビスフェノールF型、ビスフェノールAD型、ノボラック型等があり、ウレタン、タール、フェノール、キシレン、クマロン、ケトン等で変性したものでもよい。エポキシ樹脂の使用方法は、各種乳化剤を添加してO/W型エマルジョンにして用いる事が好ましい。

硬化剤としては、アミン系、ポリアミノアミド系、酸および酸無水物系等の公知のものが使用できる。エポキシ樹脂の硬化時には、各種硬化促進剤を添加する場合もある。また、 $\text{SiO}_2$ 超微粒子の分散時に、分散性を向上させるため、必要に応じて界面活性剤、カップリング剤等を少量加えてもよい。

用いる炭素繊維は、ポリアクリルニトリル(PAN)繊維を原料としたPAN系炭素繊維、石炭、石油系タール・ピッチを原料としたピッチ系炭素繊維のいずれのものでもよく、炭素繊維の表面はエポキシ樹脂との接着性が向上するため、X線光電子分光法(X-ray photoelectron spectroscopy)による表面分析で酸素原子/炭素原子比

(O/C)が0.07以上に酸化処理の施されているものが好ましい。酸化処理の方法としては、電解酸化法、プラズマ酸化法等公知の方法を用いることが可能である。

サイジング処理はあってもなくてもよいが、サイジング処理をする場合にはエポキシ樹脂マトリックス用のエポキシ基を含むサイジング剤を用いることが好ましい。炭素繊維の形態は、連続繊維状のものが好ましい。

一方、モルタルやコンクリート等を主成分とするパネルに、前記の処理を施した炭素繊維メッシュを補強材として用いることにより、通常の炭素繊維メッシュに比べ、炭素繊維の強度特性を生かした高強度高弾性な炭素繊維補強無機質板を提供することができる。

この炭素繊維補強無機質板は、炭素繊維とセメント系材料硬化体との界面の接着性が非常に良好であるため、編み込んだり、交点の接着処理だけを施したアンカー効果による定着だけの炭素繊維メッシュに比べて、炭素繊維補強無機質板に加わ

る応力は炭素繊維とセメント系材料硬化体との界面層を通じて緩やかに炭素繊維に伝わる。そのため、セメント系材料硬化体への応力の集中が低減でき、セメント系材料硬化体中で炭素繊維の高強度、高弾性を利用することが可能となり、建築材料としての力学的性質、及び信頼性を向上する。

さらに、交点の接着処理は従来のアンカー効果だけを期待したものと違い、作業性だけを確保できるだけの強度があれば良いため、炭素繊維メッシュの製造は容易であり加工コストを低減すると同時に、補強するセメント系材料硬化体の強度、形状に応じて補強炭素繊維の量、配向を簡単に変えることが可能である。

#### 実施例

##### 実施例 1

PAN系の炭素繊維束(強度:285kg/mm<sup>2</sup>、弾性率:21.5t/mm<sup>2</sup>、線度:0.88g/m、密度:1.81g/cm<sup>3</sup>、12,000フィラメント;英ハイツル・グラフィル社製)を、プリプレグ法にてコロイダルシリカを用いてSiO<sub>2</sub>超微粒子(平均粒径:10nm)を

10wt%含むO/W型エポキシ樹脂エマルジョン(主剤:エピコート828;油化シェル製)で被覆含浸した。

被覆含浸後、炭素繊維束を直線状態に保持したまま格子状のフレームに一方向に平行に巻取り、次に炭素繊維束を未硬化の状態では直交する方向に同様に巻取って、交点部分を付着させた状態で巻取った炭素繊維束を80℃で硬化させて炭素繊維メッシュを作成した。この炭素繊維メッシュを、モルタル(W/C=0.42、S/C=0.5、普通ポルトランドセメント、8号珪砂)の補強材として用いた。

炭素繊維補強無機質板の形状は、500(横)×500(縦)×18(高さ)mmとし、炭素繊維メッシュをかぶり2mmとして最下面に補強した。炭素繊維補強無機質板中の炭素繊維の体積%(Vf)は1.82%となるようにした。

4週間の水中養生後、4点支持による中央載荷試験にて載荷速度を0.5mm/minとし、無機質板に加わる荷重、及び載荷点直下での変位を連続的に

測定した。載荷部は50mmφ、支持部は30×30mmとした。実験結果を表1に示した。また、第1図には荷重-変位曲線を示した。実験結果より、載荷点直下での変位が4mm程度で最大荷重1039.8kgfを示しており、強度、剛性共に優れた炭素繊維補強無機質板であることが判る。

##### 実施例 2

実施例1と同様のPAN系の炭素繊維束を、プリプレグ法にてコロイダルシリカを用いてSiO<sub>2</sub>超微粒子(平均粒径:80nm)を10wt%含むO/W型エポキシ樹脂エマルジョン(主剤:エピコート828;油化シェル製)で被覆含浸した。

被覆含浸後、炭素繊維束を直線状態に保持したまま格子状のフレームに一方向に平行に巻取り、次に炭素繊維束を未硬化の状態では直交する方向に同様に巻取って、交点部分を付着させた状態で巻取った炭素繊維束を80℃で硬化させて炭素繊維メッシュを作成した。この炭素繊維メッシュを、モルタル(W/C=0.42、S/C=0.5、普通ポルトランドセメント、骨材:8号珪砂)の補強材と

して用いた。

炭素繊維強化パネルの形状は、500(横)×500(縦)×18(高さ)mmとし、炭素繊維メッシュをかぶり2mmとして最下面に補強した。炭素繊維補強無機質板中の炭素繊維の体積%(Vf)は1.82%となるようにした。

4週間の水中養生後、4点支持による中央載荷にて載荷速度は、0.5mm/minとし、無機質板に加わる荷重、及び載荷点直下での変位を連続的に測定した。載荷部は50mmφ、支持部は30×30mmとした。実験結果を表1に示した。また、第1図には荷重-変位曲線を示した。実験結果より、載荷点直下での変位が4mm程度で最大荷重858.4kgfを示すことが判った。これより、コロイダルシリカ中のSiO<sub>2</sub>超微粒子の平均粒径を変化させることにより、炭素繊維補強無機質板の強度が変化し、制御できることがわかる。

#### 実施例3

実施例1と同様のPAN系の炭素繊維束を、ブリッグ法にてコロイダルシリカを用いてSiO<sub>2</sub>超

定した。載荷部は50mmφ、支持部は30×30mmとした。実験結果を表1に示した。また、第1図には荷重-変位曲線を示した。

実験結果より、載荷点直下での変位が15mm程度で最大荷重512.8kgfを示すことがわかる。このことより、補強炭素繊維量を変化させることにより、炭素繊維補強無機質板の強度、剛性共に変化し制御できることがわかる。

#### 比較例1

PAN系の炭素繊維束(強度:430kg/mm<sup>2</sup>、弾性率:23.5t/mm<sup>2</sup>、線度:0.83g/m、密度:1.78g/cm<sup>3</sup>、12,000フィラメント;旭日本カーボン社製)を、縦糸には8,000フィラメントを2本用いて、直線状の横糸(12,000フィラメント)を交互に上下から挟み込むようにしてメッシュ状に編み込み(からみ織り)、交点を拘束したメッシュ状の縦糸、横糸共に12,000フィラメントの炭素繊維ネットを作成した。

この炭素繊維メッシュを、アセトンで希釈したエポキシ樹脂(主剤:アラルダイトGY-280;チ

微粒子(平均粒径:10nm)を10wt%含むO/W型エポキシ樹脂エマルジョン(主剤:エビコート828;油化シェル製)で被覆含浸した。

被覆含浸後、炭素繊維束を直線状態に保持したまま格子状のフレームに一方に平行に巻取り、次に炭素繊維束を未硬化の状態では直交する方向に同様に巻取って、交点部分を付着させた状態で巻取った炭素繊維束を80℃で硬化させて炭素繊維ネットを作成した。この炭素繊維メッシュを、モルタル(W/C=0.42、S/C=0.5、普通ポルトランドセメント、8号珪砂)の補強材として用いた。

炭素繊維補強無機質板の形状は、500(横)×500(縦)×18(高さ)mmとし、炭素繊維メッシュをかぶり2mmとして最下面に補強した。炭素繊維補強無機質板中の炭素繊維の体積%(Vf)は0.73%となるようにした。

4週間の水中養生後、4点支持による中央載荷にて、載荷速度を0.5mm/minとし、無機質板に加わる荷重、及び載荷点直下での変位を連続的に測

バガイギー社製、硬化剤:ジシアンジアミド;チバガイギー社製)を被覆含浸した。この炭素繊維メッシュを140℃で硬化させて、モルタル(W/C=0.42、S/C=0.5、普通ポルトランドセメント、8号珪砂)の補強材として用いた。

炭素繊維補強無機質板の形状は、500(横)×500(縦)×18(高さ)mmとし、炭素繊維メッシュをかぶり2mmとして最下面に補強した。炭素繊維補強無機質板中の炭素繊維の体積%(Vf)は1.82%となるようにした。

4週間の水中養生後、4点支持による中央載荷にて載荷速度は、0.5mm/minとし、無機質板に加わる荷重、及び載荷点での変位を連続的に測定した。載荷部は50mmφ、支持部は30×30mmとした。実験結果を表1に示した。また、第1図には荷重-変位曲線を示した。その結果、炭素繊維メッシュの交点による機械的な定着だけを考慮した、従来法による炭素繊維メッシュを補強材とした炭素繊維補強無機質板の力学的特性は、実施例1、2記載の炭素繊維補強無機質板に比べ、炭素繊維強

度、補強炭素繊維量が上回っているにもかかわらず、強度、剛性共に同程度であることがわかる。  
比較例 2

P A N系の炭素繊維束（強度：430kg/mm<sup>2</sup>、弾性率：23.5t/mm<sup>2</sup>、線度：0.83g/m、密度：1.76g/cm<sup>3</sup>、12,000フィラメント；旭日本カーボン社製）を、縦糸には8,000フィラメントを2本用いて、直線状の横糸（12,000フィラメント）を交互に上下から挟み込むようにしてメッシュ状に編み込み（からみ織り）、交点を拘束したメッシュ状の縦糸、横糸共に12,000フィラメントの炭素繊維ネットを作成した。この炭素繊維メッシュを、アセトンで希釈したエポキシ樹脂（主剤：アラルグイトGY-280；チバガイギー社製、硬化剤：ジシアンジアミド；チバガイギー社製）を被覆含浸した。

この炭素繊維メッシュを140℃で硬化させて、モルタル（W/C=0.42、S/C=0.5、普通ポルトランドセメント、8号珪砂）の補強材として用いた。炭素繊維補強無機質板の形状は、500

（横）×500（縦）×18（高さ）mmとし、炭素繊維メッシュをかぶり2mmとして最下面に補強した。炭素繊維補強無機質板中の炭素繊維の体積%（Vf）は1.17%となるようにした。

4週間の水中養生後、4点支持による中央載荷にて載荷速度は、0.5mm/minとし、無機質板に加わる荷重、及び載荷点での変位を連続的に測定した。載荷部は50mmφ、支持部は30×30mmとした。実験結果を表1に示した。また、第1図には荷重-変位曲線を示した。その結果、炭素繊維メッシュの交点による機械的な定着だけを考慮した、従来法による炭素繊維メッシュを補強材とした炭素繊維補強無機質板の力学的特性は、実施例3記載の炭素繊維補強無機質板に比べ、炭素繊維強度、補強炭素繊維量が上回っているにもかかわらず、強度、剛性共に同程度であることがわかる。

（以下余白）

表 1

	炭素繊維引張強度 (kg/mm <sup>2</sup> )	炭素繊維引張弾性率 (t/mm <sup>2</sup> )	Vf (%)	最大荷重 (kgf)
実施例 1	285	21.5	1.82	1039.6
実施例 2	285	21.5	1.82	956.4
実施例 3	285	21.5	0.73	512.8
比較例 1	430	23.5	1.82	781.8
比較例 2	430	23.5	1.17	548.9

以上、実施例により、 $\text{SiO}_2$ 超微粒子を含有したエポキシ樹脂で炭素繊維束の表面被覆と炭素繊維束間の交点接着処理を施してある補強用炭素繊維メッシュは、セメント系材料硬化体との接着性が良いため、セメント系材料硬化体の補強材料として適し、そのため炭素繊維の強度特性をいかした高性能な炭素繊維補強無機質板ができる。

#### 発明の効果

本発明によれば、セメント系材料硬化体と接着性が良く、作業性も確保された補強用炭素繊維メッシュを得ることが可能となった。そのため、従来の機械的な定着だけを考慮した炭素繊維メッシュを用いた場合に比べ、炭素繊維の特性を十分に、且つ容易に利用することが可能となり、炭素繊維補強無機質板の機械的物性が向上した。

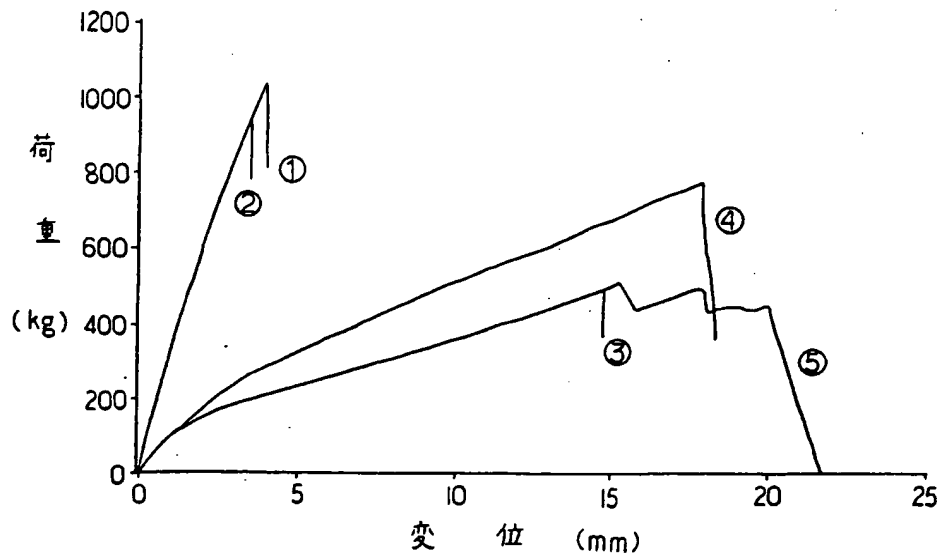
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、炭素繊維補強無機質板の中央載荷による荷重と載荷点直下での炭素繊維補強無機質板の変位との関係を示した図である。曲線①には実施例1の結果、曲線②には実施例2の結果、曲線③には実

施例3の結果、曲線④には比較例1の結果、曲線⑤には比較例2の結果をそれぞれ示した。

代理人弁理士 井 上 雅 生

第 1 図



第1頁の続き

⑤Int. Cl.<sup>5</sup>

C 04 B 14/38  
32/02  
D 06 M 15/55  
// D 06 M 101:40

識別記号

庁内整理番号

B

2102-4G  
7202-4G  
9048-3B